

Innovación Educativa en carreras de Ingeniería. Software de Diseño y creación de casos de estudio

Oscar Manuel Pascal, Hugo Rolón, Pablo Moret, Leandro Rodríguez^{1,2}

¹ Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Lomas de Zamora. Camino de Cintura y Juan XXIII. Llavallol, Buenos Aires, Argentina. oscarmpascal@hotmail.com, horolon@gmail.com, pablomore@yahoo.com.ar, lrodriguez@montamar.com.ar,

² Instituto de Investigaciones en Tecnología y Educación (IIT&E) Camino de Cintura y Juan XXIII. Llavallol, Buenos Aires, Argentina. institutoiite@gmail.com

Resumen

Se presenta una experiencia de innovación educativa en la enseñanza de la ingeniería mecánica orientada a la creación de casos de estudio utilizando el software de diseño 3D CATIA (Computer Aided Three Dimensional Interactive Application) y DELMIA.

La propuesta se inscribe en un programa de trabajo que la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Lomas de Zamora, viene desarrollando en materia de Innovación Educativa desde el año 2005. El Proyecto, promueve la generación de aptitudes en docentes y alumnos que le permitan producir objetos de enseñanza innovadores y desenvolverse adecuadamente en diferentes ámbitos laborales utilizando software de última generación respectivamente

Se analiza la preparación de un caso elaborado colaborativamente en distintas materias, como resultado de una acción formativa piloto dirigida a docentes de la Unidad Académica. En el presente trabajo se describe la experiencia, sus aplicaciones didácticas y se recogen las opiniones de los alumnos respecto de su integración al proceso de enseñanza aplicado a una asignatura concreta.

Palabras clave: Innovación Educativa. Software de Diseño 3D. Enseñanza de la Ingeniería

1. Introducción

Para el desarrollo de la experiencia se utilizan las siguientes herramientas tecnológicas: Catia V5 y Delmia V5. El Catia es un software de diseño mecánico de grandes prestaciones, que en sus inicios era utilizado solo por las grandes compañías: fabricantes de automóviles, industria aeroespacial, entre otras, y que desde hace algunos años en forma progresiva está llegando a empresas de menor envergadura. El Delmia, es un simulador de procesos para la industria en general, que integra diversos módulos tales como: Quest, Robotics, Ergonomics, Assembly, Virtual NC, e Inspec, . En este caso se utiliza el destinado al análisis ergonómico.

Ambos software son complementarios, en la medida que Delmia posee varias funciones y herramientas de Catia, por lo tanto la integración de ambos permitió obtener resultados de mayor nivel de complejidad, y por lo tanto de mayor interés educativo.

El estudio de caso que se presenta se enmarca en la enseñanza de la Ingeniería Industrial, y dentro de la misma, la temática del Estudio del trabajo. Se ha trabajado colaborativamente entre docentes de diferentes asignaturas de la carrera con diferentes intencionalidades pedagógicas que se presentan en la

Asignatura	Software	Aplicación
Diseño de Producto	Catia	Diseño de estructura de elementos
Organización y Gestión Industrial	Catia /Delmia	Diseño de estructura, área de trabajo y determinación de ritmo tipo
Higiene y Seguridad en el Trabajo	Delmia	Ergonomía
Organización Industrial	Delmia	Estudio del método de trabajo

Tabla 1. **Asignaturas directamente vinculadas a la experiencia, objetivo pedagógico y software utilizado**

2. Marco teórico

Siguiendo a Hargraves (2003), compartimos que la sociedad del conocimiento es una sociedad de aprendizaje, lo que significa que se trata de sociedades que generan una gran cantidad de información y conocimientos que potencian la inventiva y la creatividad. En este contexto la labor docente adquiere nuevas dimensiones y da forma a una nueva naturaleza de la enseñanza, y a su viabilidad como una profesión en la sociedad del conocimiento (Hargraves, 2003). Por su parte el alumno debe aprender por sí mismo, lo que implica el desarrollo de la inteligencia distribuida, es decir debe aprender a buscar, seleccionar y analizar aquella información realmente significativa para su aprendizaje (Hargrave, 2003); asimismo debe cualificarse laboralmente para el uso de las nuevas tecnologías de la información y comunicación; y adquirir conciencia de las implicaciones económicas, ideológicas, políticas y culturales de la tecnología en la sociedad del conocimiento (Delors, 1996).

Como se señaló, el proyecto tiene una doble intencionalidad didáctica. Por un lado la formación de los propios docentes, y por otro la transferencia del conocimiento a los alumnos y construcción de éste por ellos mismos.

La perspectiva teórica desde la que se aborda el proyecto para ambas situaciones es el denominado aprendizaje basado en proyectos colaborativos (ABPC). En el caso de los docentes se ve reflejada en la actividad que desarrollan coordinadamente desde varios espacios curriculares para la elaboración de casos de estudio. Desde el lado de los alumnos el ABPC, se aplica al momento de implementar los estudios de caso en las distintas asignaturas como actividad teórico práctica. Está previsto trabajar las consignas en grupos de tres a cinco personas como máximo, dependiendo de la cantidad de alumnos que conformen los respectivos cursos.

El ABPC puede conceptualizarse como una metodología didáctica que organiza el proceso de enseñanza y aprendizaje mediante la elaboración en forma colaborativa de proyectos en grupos (Thomas, 2000; Gülbahar et al., 2006). En el marco de este método, el concepto de proyecto puede aplicarse tanto al proceso de aprendizaje que el grupo debe seguir como al resultado que tiene que obtener de dicho aprendizaje.

En relación con el proceso, la elaboración de proyectos significa la propuesta al grupo de la resolución de determinados problemas para los cuales deben diseñar un plan de actuación, ponerlo en práctica tomando decisiones de aplicación y resolver los problemas que vayan surgiendo. Respecto del segundo tópico, el producto elaborado por el grupo, el ABPC significa que, finalmente, el grupo debe obtener un producto de su trabajo, que también se denomina genéricamente proyecto.

Una de las características del ABPC es que debe plantearse mediante la realización de tareas auténticas. En el caso que se presenta esta autenticidad está dada, entre otras cuestiones, por que los objetivos del caso, los requerimientos cognitivos de la tarea, el acceso a la información, o el producto que debe elaborarse, tienen una relación directa con la actividad que se da en escenarios reales del ejercicio profesional de los ingenieros industriales.

Otra cuestión de interés desde el punto de vista pedagógico, es que el ABPC debe desarrollarse necesariamente en contextos abiertos de enseñanza y aprendizaje (Land et al, 2000). Por lo tanto al abordar tareas poco definidas o estructuradas los participantes deben elaborar las mejores soluciones posibles para problemas complejos y abiertos, formulando cuestiones para ser investigadas, diseñando planes o propuestas que permitan la resolución de las cuestiones formuladas o la verificación de una hipótesis planteada, buscando, clasificando y analizando información, y creando productos intermedios que les permitan avanzar en su comprensión del problema (Blumenfeld et al., 1991).

Por último el método de trabajo exige un trabajo autónomo que culmine con la elaboración de productos. En este caso exige que cada grupo construya su conocimiento sobre conceptos de una determinada área de conocimiento y pongan en juego habilidades cognitivas tales como la exploración de del problema desde diversas perspectivas, la búsqueda de nueva información, la reflexión sobre el conocimiento generado (Lou et al., 2004).

Cabe destacar que el presente desarrollo cuenta además con un valor agregado para la enseñanza ya que tanto en la presentación del caso de estudio como en su resolución se incorporan herramientas tecnológicas de última generación, que no actúan como complemento a la enseñanza, sino que son eje sobre el que se articula la experiencia.

En síntesis enseñar para una sociedad del conocimiento implica potenciar las siguientes capacidades: desarrollar un profundo aprendizaje cognitivo, la creatividad, la inventiva, la investigación, el trabajo en redes y equipos, la formación profesional permanente, promover la resolución de problemas, la asunción de riesgos, la confianza en el proceso de colaboración, la habilidad para enfrentarse a los cambios y comprometerse en la mejora continua como individuo y organización (Hargraves, 2003). La presente propuesta propone contribuir al desarrollo de las competencias enunciadas aplicando la tecnología a la innovación educativa.

3. Metodología

La Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Lomas de Zamora (FI UNLZ), viene realizando desde el año 2006, en forma sostenida acciones tendientes a favorecer la Innovación Educativa a través de la integración de herramientas Tecnológicas a la Enseñanza, propiciando las condiciones institucionales necesarias para que, por un lado los docentes integren la Tecnología a la transmisión del Conocimiento y produzcan objetos de enseñanza innovadores y por otro que los alumnos, futuros Ingenieros, desarrollen capacidades distintivas que les brinden ventajas comparativas de desempeño profesional para desenvolverse en el medio productivo regional.

Entre los ejes del proyecto institucional encontramos: Impulsar la experimentación de metodologías didácticas con soporte TIC, ahondar los análisis en las ventajas e inconvenientes del uso de las TIC en los procesos de Enseñanza y Aprendizaje, (E-A), profundizar en el concepto de buenas prácticas con las TIC y elaborar un catálogo de estudios de casos que articulen los contenidos de la carrera.

En el marco de este programa de trabajo, cuando la FI UNLZ adquiere los software CatiaV5 y DelmiaV5, se organiza una capacitación para que, los docentes además de alcanzar un adecuado entrenamiento en su uso, desarrollaran en forma colaborativa el diseño de Estudios de Casos de diversa complejidad que pudieran ser implementados en varias asignaturas. Esta estrategia responde además a la necesidad de fortalecer la articulación vertical y horizontal de la malla curricular de la carrera.

4. Experiencia de innovación educativa: Objetivos

Como respuesta a la convocatoria, los docentes de las asignaturas participantes se propusieron los siguientes objetivos para el caso a desarrollar, sobre la temática de Métodos y Tiempos:

- Diseño de estructura, bastidor, bandejas y gavetas a utilizar por el trabajador
- Alcance del área de trabajo
- Optimización en cuanto a la disposición y ubicación de elementos y componentes de trabajo
- Estudio de posiciones ergonómicas del trabajador
- Detección y análisis de esfuerzos musculares del trabajador
- Tiempos, velocidad de ejecución y ritmo de trabajo para la tarea

5. Desarrollo de la experiencia

5.1. Diseño de la estructura

Para el diseño de la estructura se utilizó Catia V5 y se tomaron como referencia los modelos más estandarizados utilizados en la industria metalmecánica en la actualidad, en cuanto a formas, dimensiones y materiales.

La estructura definida está situada en un sector de montaje y ensamblado, dentro de un sector productivo distribuido por procesos. Consta de una mesa de trabajo y 4 estanterías con gavetas, donde se dispondrán las diferentes piezas que conformarán diferentes subconjuntos; dos sobre la parte centrales regulables en altura, y dos laterales con brazos regulables tanto en altura como en ángulo.

5.1.1 Área de Trabajo y disposición de elementos a manipular

Para determinar el área de trabajo y disposición de los elementos, se ha tenido en cuenta el menor espacio necesario con que el operario deberá contar para movilizarse, haciendo uso de los brazos, manos y giro de su cuerpo. Además, resulta de vital importancia el ritmo de producción que se le impondrá, para determinar el espacio destinado tanto a los insumos, materias primas y material en proceso (Figura 1).

Una de las variables importantes para un estudio de este tipo es el peso a manipular por el operario. Dado que este es un software que trabaja a través del modelado de sólidos, al asignar el material a cada una de las partes, esta característica se verá reflejada al momento del diseño de cada una de ellas.

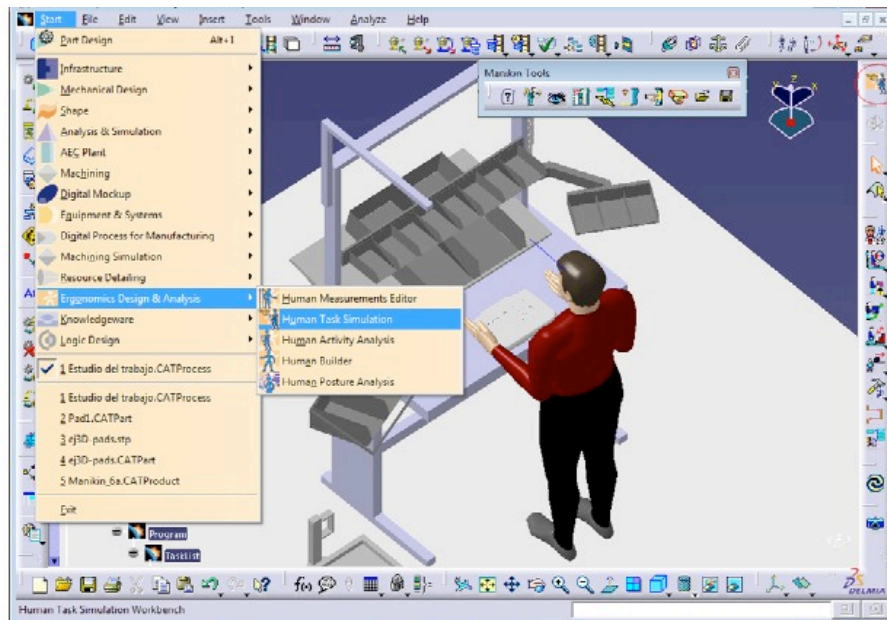


Figura. 1 Operario junto a la estructura

5.1.2 Análisis ergonómico y de esfuerzos musculares del operario

En este punto, es importante mencionar que el software nos da la posibilidad de “diseñar” a medida las características físicas del operario, tales como peso, altura, sexo, entre otras, permitiendo además realizar la selección de acuerdo al percentil antropométrico de los habitantes de cada región.

Una vez definidas estas características, se definió la ruta o recorrido que deberá realizar el trabajador. Para esto se prestó atención a que aquella no ofreciera ningún tipo de obstáculo, que resultara la más corta y directa dentro de los puntos a unir. Esta función, garantiza en la práctica real la posibilidad de lograr menores tiempos de producción.

Otro de los aspectos a destacar, en cuanto al análisis ergonómico que nos brinda esta herramienta, es la aplicación del método RULA (Rapid UpperLimbAssessment), que permite analizar las diferentes posturas que deberá adoptar el trabajador, ya que las continuas e inadecuadas posiciones de la cabeza, cuello, tronco o extremidades del trabajador pueden traer aparejadas trastornos en su sistema músculo esquelético. En la figura 2 se puede observar el cuadro de diálogo para llevar a cabo el seteo de variables para este caso.

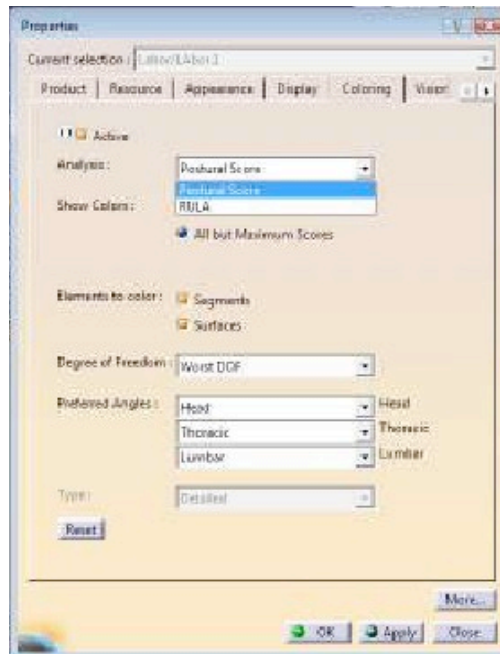


Figura 2. Cuadro de diálogo seteo Rula

El trabajador, que es identificado por el software como “labor” o “maniquí”, lo podemos visualizar también en forma de malla. Esta forma de imagen permite detectar en detalle, aquellas zonas del cuerpo que podrían estar sometidas a sobreesfuerzos musculares. De esta manera de producirse esta situación, la zona afectada se visualizaría de color rojo, siendo el naranja el color por defecto. En la figura 3 se puede observar al trabajador en condiciones de realizar la tarea de manipulación de las piezas y llevarla al próximo destino.

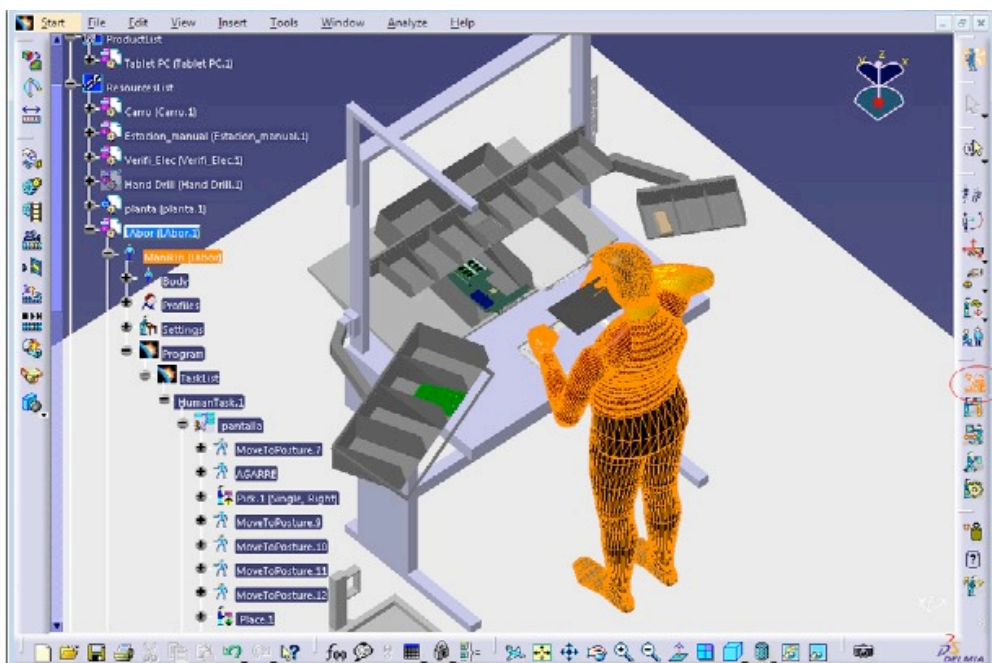


Figura 3 Trabajador manipulando pieza

El sistema, además tiene incorporado diferentes maneras o formas de manipular los elementos. Por ejemplo tomar la pieza desde abajo, desde los laterales, con una o ambas manos. Todos estos tipos de variables permiten al analista o especialista de métodos y tiempos, conformar su hoja o planilla de procesos, contribuyendo a la optimización de la tarea, y a la detección de movimientos que podrían resultar innecesarios. En definitiva, acciones que nos permiten adelantarnos al comportamiento que podrá tener un operario situado en un escenario real de producción.

A medida que vamos interactuando con el “Maniquí” variándole las diferentes posturas de acometida a las piezas, podemos solicitar al software que nos vaya entregando un reporte con información de los comportamientos que se van desarrollando en las diferentes partes del cuerpo, de acuerdo a los pesos movilizados, el que estará acompañado de puntajes y colores representativos de los mismos, tal como se puede visualizar en la figura 4.

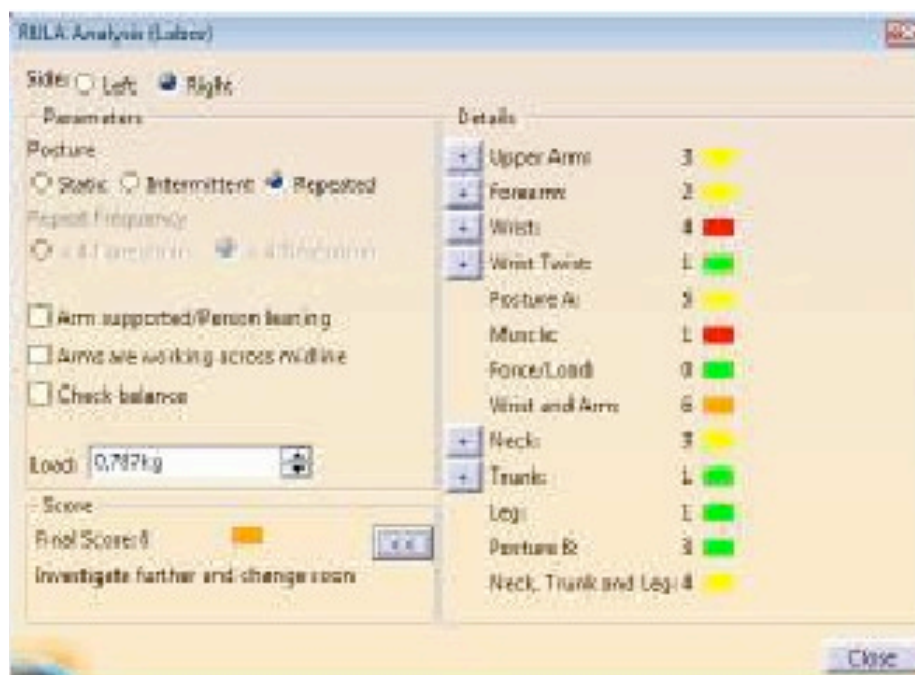


Figura 4 Cuadro representativo esfuerzos musculares

5.1.3 Tiempo, velocidad y ritmo de trabajo de la tarea

Otro conjunto de variables sumamente importantes que incorporamos en este análisis, son el tiempo, velocidad y ritmo de trabajo de la tarea. Una vez determinada la ruta en la que deberá desplazarse el operario, y efectuado el correspondiente análisis ergonómico, se comienza con la simulación del proceso. En este momento es donde se hace el ajuste tanto del input del proceso productivo, como también la velocidad de trabajo del operario. El analista de procesos deberá realizar una abstracción de lo que le muestra el software, estimar el ritmo de trabajo equivalente en una situación real de producción, y llevarlo a lo que en la especialidad se conoce como “ritmo tipo”, tal como se puede observar en la figuras 5 y 6.

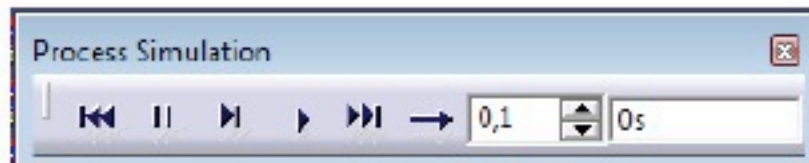


Figura 5 Proceso de simulación de la tarea

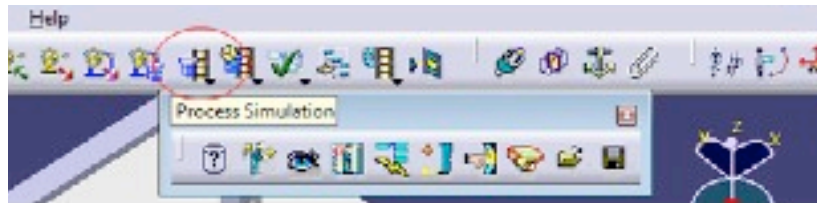


Figura 6 Proceso de simulación de la tarea

Todas estas cuestiones permiten estudiar y analizar la productividad del sector abordado, los tiempos de ejecución y costos proyectados de producción, que en definitiva se encuentran entre los temas que hacen a la competitividad de las empresas.

6. Resultados

En una primera etapa, se programaron 2 capacitaciones intensivas de 30 horas reloj cada una, a las que asistieron 20 docentes. Con este primer núcleo de recursos humanos formados se conformó un grupo de trabajo que comenzó a interactuar para elaborar los estudios de casos, uno de los cuales se presenta en esta oportunidad.

Desde el Instituto de Investigaciones en Tecnología y Educación (IIT&E) que funciona en el ámbito de la facultad se realizan entrevistas tanto a los docentes participantes como a alumnos avanzados de la carrera para evaluar su opinión respecto del proyecto y sus posibles impactos en la enseñanza y en la futura inserción laboral de los alumnos.

A continuación se presenta una síntesis de los resultados obtenidos:

- Opinión de los docentes: Consideran la importancia de la incorporación de la herramienta tecnológica a la enseñanza de la ingeniería como superlativa, sin embargo destacan que este paso constituye un desafío que los enfrenta a la necesidad de capacitarse, no solo para adquirir competencia para operar eficientemente los distintos software – siendo que en algunos casos ya se encuentran entrenados en sus propios ámbitos laborales- sino que, el verdadero reto es desarrollar objetos didácticos adecuados a las nuevas necesidades de la sociedad y a los intereses y expectativas de los alumnos.
- Opinión de los alumnos: Valoraron muy positivamente las herramientas utilizadas – Catia y Delmia. La reflexión que mayoritariamente han realizado es que como estudiantes de ingeniería, las herramientas les permiten aproximarse a la realidad desde un lugar privilegiado. Si bien se trata de sistemas relativamente simples y amigables, la potencia de diseño y simulación facilitan la exploración y análisis de variables con diferentes valores y sus posibles consecuencias con un sensible ahorro de tiempo. La posibilidad de realizar comparaciones sucesivas sobre un mismo caso es percibida como un factor que favorece el

incremento del aprendizaje. El conocimiento adquirido en las ciencias básicas en los primeros años de la carrera les permite comprender significativamente el producto graficado en 3D que devuelve programa y arribar rápidamente a conclusiones y proponer distintas alternativas de solución.

7. Conclusiones y perspectivas a futuro

Tal como surge de lo expuesto en los apartados precedentes, la experiencia, ha resultado positiva y abre hacia el futuro algunas líneas de trabajo.

- Aplicación y utilización de estas herramientas para la generación de nuevos proyectos de investigación
- Capacitación intensiva de los alumnos del ciclo superior de carreras de Ingeniería Industrial y Mecánica, en el diseño y simulación de procesos
- Colaboración con industrias de la zona en el desarrollo de nuevos proyectos de manufactura.
- Realización de workshops a los que se invite a empresarios – graduados o no de la carrera, y en los que participen alumnos y docentes exponiendo las distintas experiencias.

Con estas actividades se aspira a alcanzar los siguientes resultados estratégicos para la institución, sus docentes y graduados:

- Generación de interés de las empresas por los alumnos de la Facultad que adquieren durante su formación competencia para operar software de última generación.
- Posicionamiento de la Unidad Académica frente a las empresas de la región por su capacidad para participar en la solución de problemáticas tecnológicas relacionadas a estos temas.
- Mayor interacción de la Universidad en su campo o entorno empresario.

Referencias

Badia, A.y García, C. (2006) Incorporación de las TIC en la enseñanza y el aprendizaje basados en la elaboración colaborativa de proyectos. En: Badia, A. (Coord.): Enseñanza y aprendizaje con TIC en la educación superior [monográfico en línea], Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC). Vol. 3, nº 2. UOC, 2006

Blumenfeld, P.; Soloway, E. y Marx, R. (1991). Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. Educational Psychologist. Vol. 26, pág. 369-398.

Delors, J. (1996) La educación encierra un tesoro.(Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la Educación para el siglo XXI). Madrid. Santillana/UNESCO.

Domingo, M., & Fuentes, M. (2010). Innovación educativa: Experimentar con las y reflexionar sobre su uso. En pixelbit, 36, 171- 180

Gùlbahar, y. Tinmaz, H (2006). Implementing project-based learning and e-portfolio assessment in a undergraduate course». Journal of Research on Technology in Education. Pág. 309-327

Hargreaves, A., (2003) Enseñar en la sociedad del conocimiento: La educación en la era de la inventiva. Barcelona: Ediciones Octaedro

Land, S. y Greene, B (2000). Project-based learning with the world wide web: A qualitative study of resource integration». Educational Technology: Research and Development. Vol. 48, n.º 1, pág. 45-66.

Lou, y Macgregor, S. (2004). Enhancing project-based learning through online between-group collaboration. Educational Research and Evaluation. Vol. 10, n.º 4-6, pág. 419-440

Thomas, J.(2000). A review of research on project-based learning. [Fecha de consulta: 20/07/2013]. <http://www.bie.org/pdf/researchreviewPBL.pdf>